

**Министерство образования Республики Беларусь**  
Учебно-методическое объединение по естественно-научному образованию

**УТВЕРЖДАЮ**

Первый заместитель Министра образова-  
ния Республики Беларусь

\_\_\_\_\_ В.А. Богуш

\_\_\_\_\_ /тип.  
Регистрационный № ТД-\_\_\_\_/тип.

**ГИДРОГЕОЛОГИЯ**

**Типовая учебная программа**  
**для высших учебных заведений по специальности:**  
**1-51 01 01 Геология и разведка месторождений полезных ископаемых**

**СОГЛАСОВАНО**

Председатель Учебно-методического  
объединения по образованию  
в области горнодобывающей  
промышленности

\_\_\_\_\_ С.Г. Оника

**СОГЛАСОВАНО**

Председатель Учебно-методического  
объединения по естественнонаучному  
образованию

\_\_\_\_\_ А.Л. Толстик

**СОГЛАСОВАНО**

Начальник Управления высшего  
образования Министерства  
образования Республики Беларусь

\_\_\_\_\_ С.И. Романюк

**СОГЛАСОВАНО**

Проректор по научно-методической  
работе Государственного учреждения  
образования «Республиканский  
институт высшей школы»

\_\_\_\_\_ И.В. Титович

Эксперт-нормоконтролер

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**СОСТАВИТЕЛЬ:**

В.И. Зуй, профессор кафедры инженерной геологии и геофизики географического факультета Белорусского государственного университета, доктор геолого-минералогических наук, доцент;

**РЕЦЕНЗЕНТЫ:**

Отдел гидрогеологии и мониторинга подземных вод Государственного предприятия «НПЦ по геологии»;

В.И. Пашкевич, ведущий научный сотрудник лаборатории гидрогеологии и гидроэкологии Института природопользования НАН Беларуси, кандидат геолого-минералогических наук.

**РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ В КАЧЕСТВЕ ТИПОВОЙ:**

Кафедрой инженерной геологии и геофизики Белорусского государственного университета  
(протокол № 9 от 16.04.2015 г.);

Научно-методическим советом Белорусского государственного университета (протокол № от 2015 г.);

Научно-методическим советом по специальности 1-51 01 01 «Геология и разведка месторождений полезных ископаемых»  
(протокол № от 2015 г.);

Учебно-методическим объединением по образованию в области горнодобывающей промышленности  
(протокол № от 2015 г.).

Ответственный за редакцию: В.И. Зуй

## 1. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Учебная программа по дисциплине «Гидрогеология» разработана для вузов республики Беларусь в соответствии с требованиями образовательного стандарта по специальности 1-51 01 01 «Геология и разведка месторождений полезных ископаемых».

Дисциплина «Гидрогеология» является базовой, читается на третьем курсе, занимает ведущее место в подготовке инженеров-геологов. Изучение этого предмета позволяет приобрести углубленные знания и практические навыки в области гидрогеологии и ряда связанных с ней предметов.

На основе знаний, умения и навыков, полученных при изучении данного курса, базируется дальнейшее изучение таких дисциплин как: «Региональная гидрогеология», «Гидрогеохимия», «Инженерная геология», «Экологическая геология», «Грунтоведение», «Методы инженерно-геологических и гидрогеологических исследований», «Геотермия подземной гидросферы», а также отдельных разделов курса «Инженерная геодинамика».

Основными методами (технологиями) обучения, отвечающим целям изучения дисциплины «Гидрогеология», являются:

- программное обучение (проблемное изложение, частично аналитический и исследовательский методы, методы мониторинга и математико-статистического анализа и др.).
- теоретико-информационные методы (объяснение демонстрация, консультирование и др., реализуемые на лекционных занятиях).
- практико-операционные (упражнения, педагогический показ приемов анализа геолого-гидрогеологической информации, работа с практическими примерами и др.).
- элементы учебно-исследовательской деятельности и творческого подхода, реализуемые на практических занятиях и при самостоятельной работе студентов;
- технологии проблемно-модульного обучения; преподавание с использованием мультимедийной техники.

Цель изучения дисциплины: дать студентам представления о природно-геологических факторах формирования подземных вод, с зонами питания, транзита и разгрузки, о процессах преобразования их состава, ознакомить с основными положениями гидрогеодинамики, принципами гидрогеологического районирования, ресурсами пресных подземных вод, вопросами их восполнения, эколого-гидрогеологическими аспектами использования подземной гидросферы включая их охрану от загрязнения и истощения, основными санитарными требованиями к водам питьевого качества, с методами искусственного восполнения подземных вод, с мониторингом за состоянием подземных вод, с понятиями о гидрогеотермии и ресурсах геотермальной энергии, с практикой ее использования в зарубежных странах и в условиях Беларуси

Задачи дисциплины: сформировать современные представления о строении подземной гидросферы, ее основных разделах и параметрах, определяющих фильтрацию подземных вод, особенностях их формирования в зонах активного, замедленного и застойного водообмена, стратификации платформенного чехла в пределах Беларуси.

Выпускник должен **знать**:

- компоненты подземной гидросферы и закономерности гидрогеологической стратификации вод;
- водно-физические свойства горных пород;
- основы динамики подземных вод и виды передвижения воды;
- конструкцию гидрогеологических скважин;
- физические свойства и химический состав подземных вод, их взаимодействие в системе вода-порода;
- роль подземных вод при формировании и разрушении месторождений полезных ископаемых;
- гидрогеологические структуры и типы пресных и минеральных вод Беларуси;
- факторы и принципы гидрогеологического районирования;
- факторы, влияющие на загрязнение подземных вод;
- основные методы гидрогеологических исследований;
- основные фильтрационные свойства горных пород;
- методы определения скорости фильтрации, гидравлический градиент, коэффициент фильтрации;
- **уметь**:
- выполнять химическую классификацию подземных вод;
- принципы разработки мероприятий по защите подземных вод от истощения и загрязнения;
- разрабатывать мероприятия по защите подземных вод от истощения и загрязнения;
- основы гидрогеодинамики и гидрогеохимии.

Типовым учебным планом на изучение дисциплины «Гидрогеология» для специальности 1-51 01 01 «Геология и разведка месторождений полезных ископаемых» отводится 80 часов: 52 аудиторных часов, в том числе лекции - 36 часов, практические занятия - 16 часов), контролируемая самостоятельная работа - 28 часов. Дисциплина изучается в течение одного семестра. После завершения изучения дисциплины проводится экзамен (5 семестр).

## II. СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

№ п/п	Наименование разделов темы	Количество часов		
		Аудиторные		
		Лек- ции	Прак- тиче- ские	Семи- нар- ские
1	Предмет и задачи гидрогеологии. Происхождение подземных вод и строение подземной гидросферы.	2		
2	Круговорот воды в природе (водный цикл).	2	2	2
3	Подземные водоносные системы.	2	2	2
4	Гидрогеодинамика.	2		2
5	Гидрогеохимия и состав природных вод.	2		2
6	Геологическая деятельность подземных вод. Вода – основа природных процессов.	2	2	2
7	Гидродинамическая и гидрогеохимическая зональность подземных вод.	2		2
8	Региональная гидрогеология.	2	2	2
9	Гидрогеологическая стратификация платформенного чехла Беларуси. Минеральные воды и промышленные рассолы.	2		2
10	Оценка ресурсов подземных вод.	2		2
11	Ресурсы геотермальной энергии. Гидротермальные ресурсы.	2	2	2
12	Искусственное восполнение подземных вод.	2		2
13	Использование пресных вод для водоснабжения.	2	2	2
14	Глобальные изменения климата и подземные воды.	2		
15	Влияние отбора подземных вод на окружающую среду	2		
16	Охрана подземных вод от истощения и загрязнения	2	2	
17	Медико-экологические проблемы использования подземных вод	2		2
18	Постчернобыльская гидросфера Беларуси в районах радиоактивного загрязнения.	2	2	2
	ИТОГО	36	16	28

### III. СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

#### 1. ПРЕДМЕТ И ЗАДАЧИ ГИДРОГЕОЛОГИИ. ПРОИСХОЖДЕНИЕ ПОДЗЕМНЫХ ВОД И СТРОЕНИЕ ПОДЗЕМНОЙ ГИДРОСФЕРЫ.

Введение в предмет. Задачи гидрогеологии, ее место среди других наук, история и основные этапы развития, в том числе – в Беларуси. Основные направления в гидрогеологии. Области применения гидрогеохимических данных. Подземная гидросфера. Составляющие подземной гидросферы. Эволюция гидросферы – современные гипотезы.

#### 2. КРУГОВОРОТ ВОДЫ В ПРИРОДЕ (ВОДНЫЙ ЦИКЛ).

Формы движения воды в природе и в земных недрах (метеогенная, литогенная, магматогенная). Разновидности круговорота воды в природе. Взаимосвязь гидрогеологического и геологического круговоротов воды. Фазовые состояния воды в природе. Структура воды и ее физические аномалии. Влияние температуры, давления на структуру воды.

#### 3. ПОДЗЕМНЫЕ ВОДОНОСНЫЕ СИСТЕМЫ.

Природные резервуары подземных вод (фундамент, платформенный чехол). Гидрогеологические бассейны и массивы и их разновидности. Артезианские бассейны платформ, межгорных впадин, поднятия платформенного типа, складчатые области. Грунтовые воды, водонапорные системы. Гидрогеологические окна. Напорные и безнапорные воды. Области питания, транзита и разгрузки. Разновидности подземных вод по характеру залегания. Воды зоны аэрации, грунтовые, напорные, элизионные воды. Многопластовые системы. Водоносные отложения и слабопроницаемые толщи (водоупоры). Условия питания и распространения грунтовых вод и характер их залегания. Условия питания и распространения подземных вод, зоны аномально повышенного пластового давления.

#### 4. ГИДРОГЕОДИНАМИКА

Виды и законы движения воды в зоне насыщения и исходные уравнения гидростатики. Понятие о фильтрации в пористой среде. Линейный закон фильтрации, скорость фильтрации, закон Дарси. Ламинарный и турбулентный режимы, число Рейнольдса, понятие о нелинейном законе фильтрации. Коэффициенты фильтрации, водопроводимости и проницаемости. Дифференциальные уравнения, описывающие фильтрацию подземных вод. Уравнения движения, состояния, подземных вод, неразрывности потока, мощность, ширина, расход потока. Расчеты притока к скважинам.

#### 5. ГИДРОГЕОХИМИЯ И СОСТАВ ПРИРОДНЫХ ВОД.

Современные представления о строении воды. Аномальные свойства воды. Двухструктурная и одноструктурная модели строения воды. Особенности структуры воды в жидкой и в твердой фазах. Состав подземных вод. Пресные и ультрапресные воды, их типы. Элементный, газовый и изотопный состав подземных вод. Органические вещества и микрофлора подземных вод. Определение и виды выражения химического состава подземных вод. Весовая, эквивалентная и процент-эквивалентная формы, графический метод изображения состава подземных вод.

#### 6. ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ПОДЗЕМНЫХ ВОД.

Геологические процессы с участием воды. Термодинамика и флюидный режим земных недр. Вода в магматических процессах и в стадиях осадочного цикла. Под-

земная гидросфера и сейсмические процессы. Техногенное воздействие на подземные воды. Деятельность подземных вод в зоне распространения мерзлых грунтов.

## 7. ГИДРОДИНАМИЧЕСКАЯ И ГИДРОГЕОХИМИЧЕСКАЯ ЗОНАЛЬНОСТЬ ПОДЗЕМНЫХ ВОД

Гидродинамическая система грунтовых вод. Артезианская, элизионная, элизионно-термогидродинамическая системы. Гидрогеохимическая зональность: пресных, солоноватых, соленых вод, слабых и крепких и весьма крепких рассолов. Гидрогеохимическая инверсия. Подземные воды в бальнеологии. Минеральные воды и рассолы. Промышленные воды и лечебные рассолы.

## 8. РЕГИОНАЛЬНАЯ ГИДРОГЕОЛОГИЯ.

Задачи гидрогеологического районирования. Гидрогеологическое районирование континентов. Типы гидрогеологических структур, закономерности их строения и развития, гидрогеологическая зональность. Общие условия распространения и формирования подземных вод. Аридные зоны. Зоны развития многолетней мерзлоты. Гидрогеология морского дна и океанов.

## 9. ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКАЯ СТРАТИФИКАЦИЯ ПЛАТФОРМЕННОГО ЧЕХЛА БЕЛАРУСИ. МИНЕРАЛЬНЫЕ ВОДЫ И ПРОМЫШЛЕННЫЕ РАССОЛЫ.

Используемые принципы гидрогеологического районирования. Гидрогеологическое районирование территории Беларуси. Основные водоносные горизонты и комплексы. Типы подземных вод и их геохимическая характеристика. Пресные воды. Минеральные воды и лечебные рассолы. Промышленные воды. Газы и радиоактивность подземных вод. Гидрогеологические карты и принципы, положенные в основу их построения.

## 10. ОЦЕНКА РЕСУРСОВ ПОДЗЕМНЫХ ВОД

Состояние проблемы изучения и оценки ресурсов пресных подземных вод. закономерности формирования. Оценка естественных ресурсов пресных подземных вод и их картирование. Оценка эксплуатационных ресурсов и ресурсного потенциала пресных подземных вод и их картирование. Субмаринные источники пресных подземных вод.

## 11. РЕСУРСЫ ГЕОТЕРМАЛЬНОЙ ЭНЕРГИИ. ГИДРОТЕРМАЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ

Понятие о стационарном и нарушенном тепловом режиме земных недр. Температура, геотермический градиент, тепловой поток. Понятие, плотность ресурсов подземного тепла, геотермальный потенциал. Основные технологические схемы использования геотермальной энергии. Практика использования тепла земных недр в Беларуси и зарубежных странах. Классификация подземных вод и рассолов по температуре. Низкоэнтальпийные и высокоэнтальпийные геотермальные ресурсы. Основные геотермические аномалии Беларуси.

## 12. ИСКУССТВЕННОЕ ВОСПОЛНЕНИЕ ПОДЗЕМНЫХ ВОД

Состояние проблемы по искусственному восполнению подземных вод. Районирование территорий по условиям искусственного восполнения подземных вод.

## 13. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРЕСНЫХ ВОД ДЛЯ ВОДОСНАБЖЕНИЯ

Состояние проблемы. Использование подземных вод для водоснабжения населенных пунктов в разных физико-географических регионах мира. Проблема нехватки ресурсов подземных вод.

#### 14. ГЛОБАЛЬНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА И ПОДЗЕМНЫЕ ВОДЫ

Основы долгосрочных оценок климатически обусловленной изменчивости инфильтрационного питания подземных вод. Оценка возможных климатически обусловленных изменений инфильтрационного питания пресных подземных вод.

#### 15. ВЛИЯНИЕ ОТБОРА ПОДЗЕМНЫХ ВОД НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

Влияние на речной сток и растительность. Проседание земной поверхности, развитие карстово-суффозионных процессов под влиянием отбора подземных вод. Отбор подземных вод и интрузии минерализованных вод.

#### 16. ОХРАНА ПОДЗЕМНЫХ ВОД ОТ ИСТОЩЕНИЯ И ЗАГРЯЗНЕНИЯ

Качество подземных питьевых вод, проблемы его изучения и поддержание качества подземных вод. Загрязнение подземных вод под влиянием инженерно-хозяйственной деятельности человека. Охранные зоны водозаборов. Ограничение хозяйственной деятельности в их пределах.

#### 17. МЕДИКО-ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ВОД

Влияние качества подземных вод на здоровье человека. Заболеваемость населения в связи с использованием некондиционных питьевых подземных вод. Медико-экологические подходы в системе управления ресурсами подземных вод, оценка риска для здоровья населения.

#### 18. ПОСТЧЕРНОБЫЛЬСКАЯ ГИДРОСФЕРА БЕЛАРУСИ В РАЙОНАХ РАДИОАКТИВНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ.

Почвенный покров и внутрипочвенная миграция радионуклидов. Грунтовые воды и опасность их загрязнения. Болотные экосистемы. Речные воды и поверхностный сток радионуклидов. Непроточные озерные водоемы. Современное состояние природных вод.

## IV. ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

### Основная

1. Всеволожский В.А. Основы гидрогеологии: Учебник. – М.: Издательство Московского университета. 2007.
2. Гледко Ю.А. Гидрогеология. Учебное пособие. – Минск: Вышэйшая школа. 2012.
3. Зекцер И.С. Подземный сток и ресурсы пресных подземных вод. М.: Научный мир. 2012.
4. Кудельский А.В., Пашкевич В.И., Ясовеев М.Г. Подземные воды Беларуси. – Минск: Ин-т геологических наук НАН Беларуси. 1998.
5. Кудельский А.В., Пашкевич В.И. Региональная гидрогеология и геохимия подземных вод Беларуси: Минск: Беларуская навука. 2014.
6. Ясовеев М.Г. Основы гидрогеологии: Учебное пособие. – Минск: БГУ. 2002.

### Дополнительная

7. Кирюхин В.А., Толстихин Н.И. Региональная гидрогеология. Учебник для ВУЗов. - М.: Недра. 1987.
8. Мироненко В.А. Динамика подземных вод. - М.: Изд-во МГГУ. 1996.
9. Крайнов С.Р., Швеиц В.М. Гидрогеохимия. - М.: Недра, 1992.
10. Кудельский А.В., Шиманович В.М., Махнач А.А. Гидрогеология и рассолы Припятского нефтегазоносного бассейна. - Минск. 1985.
11. Кудельский А.В., Ясовеев М.Г. Минеральные воды Беларуси. - Минск. 1985.
12. Кудельский А.В., Ясовеев М.Г. Минеральные воды Беларуси. - Минск. Ин-т геологических наук, 1994.
13. Кудельский А.В., Шиманович В.М., Махнач А.А. Гидрогеология и рассолы Припятского нефтегазоносного бассейна. - Минск. Наука и Техника. 1985.
14. Самарина В.С. Гидрогеохимия. 1982.
15. Основы гидрогеологии / Под ред. С.Л. Шварцева, Е.В. Пиннекера, А.И. Перельмана. - Новосибирск.
16. Богомоллов Г.В., Цыбуля Л.А. Атрощенко П.П. Геотермическая зональность территории БССР. - Минск, Наука и техника.
17. Шварцев С.Л. Общая гидрогеология. - М.: Недра, 1996.
18. Фролов Н.М. Гидрогеотермия. - М.: Недра, 1976.
19. Зуй В.И. Тепловое поле платформенного чехла Беларуси. – Минск: Экономпресс. 2013.

## ТЕМАТИКА ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

(всего 16 час.).

1. Водный цикл. Подземные водоносные системы. Круговорот воды в земных недрах (2 час.).
2. Подземные водоносные системы (2 час.)
3. Геологическая деятельность подземных вод. Вода – основа природных процессов (2 час.).
4. Региональная гидрогеология (2 час.).
5. Ресурсы геотермальной энергии. Гидротермальные ресурсы (2 час.).
6. Использование пресных вод для водоснабжения (2 час.)
7. Охрана подземных вод от истощения и загрязнения (2 час.).
8. Постчернобыльская гидросфера Беларуси в районах радиоактивного загрязнения (2 час.).

## ТЕМАТИКА СЕМИНАРСКИХ ЗАНЯТИЙ

1. Водный цикл. Круговорот воды в земных недрах (2 час.).
2. Подземные водоносные системы (2 час.).
3. Гидрогеодинамика (2 час.).
4. Гидрогеохимия и состав природных вод (2 час.).
5. Геологическая деятельность подземных вод. Вода – основа природных процессов (2 час.).
6. Гидродинамическая и гидрогеохимическая зональность подземных вод (2 час.).
7. Региональная гидрогеология (2 час.).
8. Гидрогеологическая стратификация платформенного чехла Беларуси (2 час.).
9. Оценка ресурсов подземных вод (2 час.).
10. Ресурсы геотермальной энергии. Гидротермальные ресурсы (2 час.).
11. Искусственное восполнение подземных вод (2 час.).
12. Использование пресных вод для водоснабжения (2 час.).
13. Медико-экологические проблемы использования подземных вод (2 час.).
14. Постчернобыльская гидросфера Беларуси в районах радиоактивного загрязнения (2 час.).

## ПЕРЕЧЕНЬ РЕКОМЕНДУЕМЫХ СРЕДСТВ ДИАГНОСТИКИ

Для контроля качества образования по учебной дисциплине «Гидрогеология» используются следующие средства диагностики:

- оценка по практической работе;
- тесты по отдельным разделам;
- устные опросы во время занятий;
- оценка рефератов по отдельным разделам дисциплины с использованием монографической и периодической литературы;
- выступления на семинарах;
- коллоквиум;
- тестирование;
- зачет.

(Зуй В.И.)